УДК 004.056.5
О. Ю. Горішний, В.Д. Тимощук
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЛОЩИНИ ДАНИХ ВІРТУАЛЬНОГО КОМУТАТОРА OPEN VSWITCH

O. Horishnyi, V. Tymoshchuk

ENHANCING THE DATA PLANE SECURITY OF OPEN VSWITCH

У роботі розглянуто проблему забезпечення стабільної продуктивності та кібербезпеки віртуальних мережевих сервісів у хмарних інфраструктурах, що базуються на програмному комутаторі Open vSwitch [1] з підтримкою DPDK (Data Plane Development Kit) [2]. Перенесення площини даних у користувацький простір дозволяє досягати пропускної здатності, близької до лінійної швидкості мережевого інтерфейсу, однак водночас створює новий клас загроз, пов'язаних із конкурентним використанням CPU-ресурсів кількома орендарями. Ефект "noisy neighbor" призводить до деградації QoS, зростання затримок, втрати пакетів та побічного витоку інформації через вимірювання часових характеристик (side-channel timing attacks), що суперечить вимогам до доступності й стійкості критичних сервісів у хмарних дата-центрах. Метою дослідження є розроблення та експериментальна перевірка методу ізоляції CPU-ресурсів у vSwitch, який забезпечує гарантовану пропускну здатність і керовану затримку для кожної віртуальної машини, розглядаючи процесорний час як базовий ресурс площини даних. На основі детального аналізу процедури форвардингу в OVS-DPDK побудовано модель споживання процесорних циклів, що розкладає загальні витрати на три компоненти (ingress, classification та egress) і враховує вплив інтенсивності трафіку, розміру пакетів, кількості потоків, NUMA-топології, щільності розміщення ВМ і конфігурації PMD-потоків (Poll Mode Driver Thread). Показано, що залежність між пропускною здатністю та кількістю необхідних CPU-циклів у робочому діапазоні навантажень є практично лінійною, що дозволяє перейти від bps/pps-орієнтованих політик до CPU-орієнтованого QoS.

Запропонований метод ізоляції ресурсів vSwitch на основі CPU-циклів поєднує два ключові механізми. Перший - token bucket, у якому токени еквівалентні кількості доступних процесорних циклів для кожної ВМ [3]. Швидкість генерації токенів визначається з урахуванням придбаної смуги пропускання та емпіричних коефіцієнтів середовища розгортання, що забезпечує жорстку ізоляцію CPU-бюджетів і можливість реалізації політики MIN–MAX для динамічного перерозподілу надлишкових циклів між активними орендарями. Другий - hierarchical batch scheduling у PMD-потоці, який впорядковує оброблення трафіку за класами пріоритетів і забезпечує обмежену найгіршу затримку для кожного класу без використання блокувань і конкурентного доступу до спільних структур даних [4].

Реалізація методу виконана шляхом модифікації головного циклу PMD-потоку OVS-DPDK та інтеграції нових параметрів у систему керування ovs-vsctl, що дозволяє конфігурувати бюджети CPU та пріоритети без перезапуску сервісів. Для вимірювання фактичних витрат процесорних циклів використано інструкцію rdtsc, що мінімізує накладні витрати моніторингу. Експериментальні дослідження в середовищі з декількома ВМ [5,6] продемонстрували, що запропонований метод усуває вплив "noisy neighbor", забезпечує близьку до заданої пропускну здатність для добропорядних орендарів і істотно знижує варіативність затримки порівняно зі стандартним OVS-DPDK. Отримані результати підтверджують доцільність переходу до CPU-

орієнтованого QoS як інструмента підвищення продуктивності й кіберстійкості програмно-визначених віртуалізованих мереж.

Література

1. Open vSwitch. URL: https://www.openvswitch.org/ (date of access: 30.11.2025).
2. DPDK Support – Open vSwitch 3.6.90 documentation. Project. URL: https://docs.openvswitch.org/en/latest/topics/dpdk/ (date of access: 30.11.2025).
3. Hossain T. Token Bucket Algorithm Explained. DEV Community. URL: https://dev.to/0xtanzim/token-bucket-algorithm-explained-4ceo (date of access: 30.11.2025).
4. Multilevel Queue (MLQ) CPU Scheduling - GeeksforGeeks. GeeksforGeeks. URL: https://www.geeksforgeeks.org/operating-systems/multilevel-queue-mlq-cpu-scheduling/ (date of access: 30.11.2025).
5. Interactive cybersecurity training system based on simulation environments / D. Tymoshchuk et al. Measuring and computing devices in technological processes. 2024. No. 4. P. 215–220. URL: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-80-26 (date of access: 30.11.2025).
6. Tymoshchuk D., Yatskiv V. Using hypervisors to create a cyber polygon. Measuring and computing devices in technological processes. 2024. No. 3. P. 52–56. URL: https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-79-7 (date of access: 30.11.2025).

УДК 004.932.2:004.8

В.А. Готович, к.т.н., В.А. Курян
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХІВ ЛЮДИНИ ЗА КООРДИНАТАМИ MEDIAPIPE POSE

V.A. Hotovych, Ph.D., V.A. Kurian

RESEARCH OF HUMAN MOTION RECOGNITION EFFICIENCY BASED ON MEDIAPIPE POSE COORDINATES

Системи автоматичного розпізнавання рухів людини є важливим напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій. Зростаюча популярність безконтактних інтерфейсів, інтелектуальних систем моніторингу, спортивної аналітики та реабілітаційних комплексів зумовлює потребу у точних та швидких алгоритмах аналізу рухової активності. Окреме місце серед методів комп’ютерного зору займають підходи, які ґрунтуються на аналізі ключових точок тіла (landmarks). Такий підхід дозволяє отримувати компактне, інваріантне до освітлення та фонового шуму подання пози людини.

Одним із найбільш технологічно ефективних інструментів у цій сфері є бібліотека MediaPipe Pose, що забезпечує визначення 33 ключових точок тіла з високою точністю в реальному часі [1]. Її функціонування базується на поєднанні згорткових нейронних мереж та оптимізованих графів обчислення. У поєднанні з класичними алгоритмами машинного навчання це відкриває можливість створення легких, швидких та точних систем розпізнавання рухів [2].

У даній роботі проведено дослідження ефективності моделі, що класифікує рухи людини за координатами ключових точок тіла. Для досягнення поставленої мети реалізовано програмний комплекс, який виконує повний цикл аналізу рухів: від